

FREILEBENDE NACKTAMÖBEN

IN DER

ERLANGER UMGEBUNG

INAUGURALDISSERTATION

DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

DER FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT ERLANGEN

ZUR

ERLANGUNG DES DOKTORGRADES

VORGELEGT VON

HORST MÜLLER AUS NÜRNBERG

1956

FREILEBENDE NACKTAMÖBEN

IN DER

ERLANGER UMGEBUNG

Inauguraldissertation

der Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

zur

Erlangung des Doktorgrades

Vorgelegt von

Horst Müller aus Nürnberg

1956



Als Dissertation genehmigt
von der
NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ERLANGEN

Tag der mündlichen Prüfung: 28. 11. 1956

Dekan : Universitätsprofessor Dr. Th. Schneider
Berichterstatter : Universitätsprofessor Dr. H. J. Stammer
Berichterstatter : Universitätsprofessor Dr. W. Neuhaus

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
Fang und Züchtung der Amöben	9
Untersuchung und Bestimmung	12
Liste der gefundenen Arten	15
Zur Ökologie der beobachteten Amöben	20
1. Allgemeines	20
2. Die Ernährung der Amöben	21
3. Die Amöben der verschiedenen Standorte	25
a) Weiher und Teiche	25
b) Moorgewässer und Sphagnumrasen	31
c) Flüsse und Bäche	31
d) Quellen	33
e) Erdboden und Trockenmoose	33
Zusammenfassung	36
Literaturverzeichnis	38

Einleitung

Obwohl man sich schon lange mit Amöben befaßt und trotz des verhältnismäßig großen Umfanges, den die Literatur über diese kleine Gruppe der Rhizapoda erreicht hat, ist dieses Gebiet noch lange nicht erschöpft.

Schon RÖSEL VON ROSENHOF hat Amöben beschrieben und 1755 auch eine in Zweiteilung begriffene Amöbe abgebildet. Auf das Verhalten des Kernes bei der Teilung achtete man damals nicht, obwohl es zur Unterscheidung der einzelnen Amöbenarten, wie man später feststellte, von sehr großer Bedeutung ist. CHARTER 1863 und WALLICH 1863 glaubten an eine Vermehrung auf Grund eines Sporulationsprozesses, ebenso auch GREEFF 1866 und LEIDY 1879. GRASSI schrieb 1881 über Schwärmerbildung bei Amöben.

Der erste, der nicht nur Wert auf die Beobachtung der Zweiteilung, sondern auch auf das Verhalten des Kernes bei der Teilung legte, war F. E. SCHULZE. Er lieferte 1875 die erste und genaue Beschreibung einer Kernteilung bei *Amoeba polypodia*. SCHAUDIN konnte 1894 eine direkte Kernteilung mit nachfolgender Plasmateilung in all ihren Phasen bei *Amoeba crystalligera* verfolgen. SCHAUDIN gelang es 1894 auch als erstem, das Vorkommen einer mitotischen Kernteilung bei Amöben zu beweisen. Eine Bestätigung dafür lieferte die Beobachtung AWERINZEWS an *Amoeba proteus* 1904.

Hat man sich auch viel mit Amöben beschäftigt, so sind doch noch viele Fragen unbeantwortet. Ich möchte hier vor allem an die verschiedenen systematischen Einteilungen der Amöben erinnern, aus welchen klar hervorgeht, wie weit wir noch davon entfernt sind, auf Grund der natürlichen, das heißt verwandtschaftlichen Beziehungen ein System aufstellen zu können.

Auch über die Lebensstätten der Amöben ist sehr wenig bekannt. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, festzustellen, ob bestimmte Amöben

in manchen Gewässern häufiger sind als in anderen. Um zu diesem Ziel zu gelangen ist es erforderlich sowohl alkalische als auch saure stehende und fließende Gewässer (Gräben, Bäche, Flüsse, Quellen) zu untersuchen und zu vergleichen. Auch für die in der Erde und an Moosen vorkommenden Amöben soll untersucht werden, ob für die verschiedenen Arten ein bestimmt beschaffener Lebensraum charakteristisch ist. Ferner sollen in dieser Arbeit auch noch Fragen über die Materialbeschaffung, die Zucht und die Bestimmung von Amöben behandelt werden.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. J. Stammer, danke ich für die Anregung und Überlassung dieser Arbeit, sowie für die freizügigste Unterstützung.

Zu Dank verpflichtet bin ich auch den Herren Dr. Tretzel, Dr. Matthes und Dr. Osche, Assistenten am Zoologischen Institut der Universität Erlangen, für manchen wertvollen Hinweis und Ratschlag.

Fang und Züchtung der Amöben

Man findet Amöben nicht nur in den verschiedensten stehenden und fließenden Gewässern, wie zum Beispiel Tümpeln, Weihern, Flüssen, Bächen, Gräben, Regentonnen usw., sondern auch in der Erde, in Moos, in Heuaufgüssen und sogar in Stalljauchen. Um alle in einem Gewässer vorkommenden Amöbenarten zu erhalten, müssen sowohl Proben des Grundes als auch Proben der Wasseroberfläche entnommen werden. Es müssen ferner auch aus dem Biotop Schilfstengel, auf dem Wasser schwimmende Blätter usw. untersucht werden, da sich häufig Amöben daran festsetzen. Die Wasserproben entnahm ich mit Gefäßen, welche selbstverständlich nie mit Chemikalien in Berührung gekommen waren. Zur Auswertung der Probe ließ ich das Gefäß einige Zeit bei Zimmertemperatur ruhig stehen. Dann verfuhr ich, um eine Anreicherung des Amöbenmaterials und somit eine Erleichterung in der Untersuchung zu erzielen, folgendermaßen:

Mit einem Glasstab rührte ich einige Zeit leicht die Oberfläche der Probe um, wobei darauf zu achten ist, daß das Sediment nicht aufgewirbelt wird. Dadurch senken sich etwa in Schwebeform vorhandene Amöben auf den Grund. Dann ließ ich das Gefäß kurze Zeit ruhig stehen und goß anschließend das überstehende Wasser ab. Den nun bereits mit Amöben stärker konzentrierten Rest goß ich in ein Gefäß mit möglichst großem Volumen und kleiner Grundfläche, etwa einem Meßzylinder. Hier verfuhr ich wiederum so wie in dem ersten Gefäß, wobei wiederum eine stärkere Konzentration erreicht wird. Wenn man sorgsam darauf achtet, nie zuviel des überstehenden Wassers abzugießen, sondern diesen Vorgang lieber einige Male öfters mit Gefäßen von immer kleineren Grundflächen wiederholt, so bleiben sämtliche in der Probe enthaltenen Amöben vorhanden, und man findet sie in einer die Auswertung der Probe wesentlich vereinfachenden größeren Menge vor.

Hierzu möchte ich noch bemerken, daß eine Anreicherung von Amöben auch durch Zentrifugieren zu erreichen ist, wobei aber die Amöben bei höheren Drehzahlen geschädigt werden. Von mir wurde die Zentrifugiermethode nicht verwendet, da ich auch mit dem obenbeschriebenen, relativ einfachen Verfahren gute Anreicherungserfolge erzielte.

Im Moos lebende Amöben erhält man am besten, indem man aus einem feinmaschigen Drahtgitter eine Art Spitztüte zurechtbiegt und diese mit

den Moosproben locker vollschichtet. Diese Drahtspitztüte setzt man auf ein möglichst hohes Glasgefäß und feuchtet das Moos einige Zeit an, bis es sich ganz mit Wasser vollgesogen hat. Läßt man dann einen kräftigen Wasserstrahl durch das Moos hindurchlaufen, so wird das meiste, was in der Moosprobe enthalten und kleiner als die Drahtmaschen ist, in das darunter befindliche Gefäß geschwemmt. Zum Schluß preßt man das Moos nochmals gründlich aus. Die nun in dem Moosaufguß enthaltenen Amöben können nach demselben Verfahren angereichert werden, wie ich es für die im Wasser lebenden Amöben beschrieben habe. Es ist besonders zu beachten, daß sich die verhältnismäßig häufig im Moos vorkommende *Amoeba terricola* nur sehr kurze Zeit in Moosaufgüssen hält. Sie muß bald aus dem Moosaufguß herausgesucht und in Wasser überführt werden.

In der Erde lebende Amöben erhält man, indem man die Erdprobe aufschwemmt.

Um mit Amöben arbeiten zu können, ist es häufig erforderlich, eine möglichst große Menge Amöbenmaterial zur Hand zu haben. Da man aber Amöben in solch großer Zahl, wie man sie benötigt, nie in der Natur findet, muß man sich die nötige Menge durch Züchtung der aus der Natur erhaltenen Arten beschaffen.

Bereits 1897 hat FROSCHE auf einem Nährboden, bestehend aus Leitungswasser, Nährbouillon und Agar, Amöben gezüchtet. Seit dieser Zeit wurden sehr viele Nährbodenrezepte veröffentlicht, obwohl FROSCHE 1897 und JOLLIOT 1917 feststellten, daß die Zusammensetzung der Nährböden, sowie auch die verschiedenen Bakterienarten, welche zur Fütterung verwendet werden, ziemlich belanglos sind. Ich konnte in verschiedenen Züchtungsversuchen ohne weiteres feststellen, daß es unmöglich ist, die verschiedenen Amöbenarten alle auf ein und demselben Nährboden zu züchten. Es sprechen zwar die einzelnen Amöbenarten nicht nur auf einen etwa für sie ganz spezifischen Nährboden an. Sie gedeihen, teilweise allerdings nur schlecht, auf Grund ihrer großen Anpassungsfähigkeit auf den verschiedensten Nährböden, was für die Anlage einer Rohkultur von großer Bedeutung ist. Davon, daß den Amöben der eine oder andere Nährboden besser, beziehungsweise schlechter zusagt, kann man sich schon allein auf Grund der Vermehrung und Ausbreitung einer Amöbenart auf verschiedenen Kulturplatten überzeugen. Es besteht kein Zweifel, daß manche Amöbenarten auf einem Nährboden gutes Wachstum zeigen, während sie sich auf einem anderen, wenn sie diesen auch nicht ganz ablehnen, nicht voll entfalten.

Grundbedingung für eine erfolgreiche Zucht ist es, nur saubere Gefäße und Instrumente zu benutzen. Besonders vorteilhaft ist es, die Gefäße kurz vor dem Anlegen einer Kultur zu sterilisieren. Auf diese Art wurden mir nie Kulturen, durch etwa in den vorher nicht ganz sauberen Kulturgefäßen vor-

handene Schimmelpilze, verdorben. Daß Gefäße mit Kulturen stets abzudecken sind, braucht kaum besonders erwähnt werden.

Es ist im allgemeinen sehr vorteilhaft, Nährböden, vor allem solche, auf welchen größere Amöben gedeihen sollen, mit Wasser zu überschichten. Sehr häufig wird in Veröffentlichungen angegeben, diese Überschichtung mit destilliertem Wasser vorzunehmen. Da das Volumen der Amöben in destilliertem Wasser aber zunimmt und somit das Aussehen der Amöben mitunter stark verändert, verwendete ich stets abgekochtes Leitungswasser, welches seinen Zweck voll und ganz erfüllte und keine Schädigungen oder Veränderungen der Amöben hervorrief.

Untersuchung und Bestimmung

Bei der Untersuchung von Amöben zwecks Artbestimmung genügt es meist nicht, die Amöben nur kurze Zeit unter dem Mikroskop zu beobachten. Überhaupt ist die Untersuchung eines einzelnen Individuums nach meiner Meinung nur ein Notbehelf und sollte im allgemeinen unterbleiben, oder die Bestimmung auf diese Weise sollte nur mit Vorbehalt vorgenommen werden. Es gibt zwar einige Amöbenarten, welche verhältnismäßig leicht zu bestimmen sind; das sind aber nur wenige. Die meisten Amöben erfordern zur Artbestimmung eine längere Beobachtung. Es ist vor allem zu beachten, daß die Amöben zuerst direkt aus der Probe entnommen zu untersuchen sind, bevor sie auf einen Nährboden gebracht werden. In einer 1905 erschienenen Veröffentlichung von VAHLKAMPF heißt es bereits: „Eine Beurteilung der Lebenserscheinungen der Amöben, welche sich auf künstlichem Nährboden entwickelt haben, ist nur unter genauer Kenntnis der normalen möglich.“ Durch Nährböden, auch solche, welche durchaus nicht schädlich sind, kann das Aussehen von Amöben sehr verändert werden, vor allem in vielen Punkten, welche für die Diagnose erforderlich sind, wie z. B. Körperumfang, Konsistenz des Plasmas, Bewegungserscheinungen, Kristalle, Vakuolen und Nahrungsbestandteile. Diese Punkte sind also sofort, nachdem die Amöben direkt aus ihrem natürlichen Medium entnommen sind, zu untersuchen. Nur dann ist es möglich, die auf dem Nährboden entstehenden Veränderungen zu erkennen.

Bei dieser Erstuntersuchung, wie ich es nennen möchte, wurden die Amöben immer im Wasser der Probe, also aus ihrem Standort stammend, untersucht. Nie wurden sie in destilliertes Wasser gebracht, auch nicht auf den Nährböden, da dieses quellungsfördernd ist und somit sowohl die Größe der Amöben als auch das Aussehen des Plasmas verändert. Erdamöben wurden zur Untersuchung in abgekochtes Leitungswasser gebracht. Da diese Untersuchung längere Zeit dauerte, brachte ich zwischen Lichtquelle und Spiegel eine mit einer Kühlflüssigkeit gefüllte Küvette, um den Einfluß der Hitze auf das Objekt zu vermeiden. Um das Austrocknen des Objektes zu verhindern, dichtete ich das Deckglas dem Objektträger gegenüber mit Vaseline ab. Da Amöben bei Sauerstoffmangel die Bewegung einstellen und Aufquellungserscheinungen auftreten, wurde das Vorhandensein des

nötigen Sauerstoffes durch Algen oder autotrophe Protozoen, welche mit unter das Deckglas gebracht wurden, gewährleistet. Nachdem bei dieser Erstuntersuchung, unter Vermeidung der Einwirkung von Aqua dest., Sauerstoffmangel und dergleichen, die Größe, Konsistenz des Plasmas, Bewegungserscheinungen, Kristalle, Vakuolen und Nahrungsbestandteile studiert und festgelegt sind, kann die Amöbe auf einen Nährboden gebracht werden. Man erhält dann in einer zweigliedrigen Reinkultur leicht die nötige Amöbenzahl, um auf einem Präparat die Kerne in den verschiedensten Zuständen zu finden. Zu beachten ist auf Nährböden die Veränderung der Bewegungserscheinungen, die stärkere Vakuolisierung des Protoplasmas, sowie die Veränderung der Größe der Amöbe und des Aussehens der Nahrungsvakuolen bei Fütterung mit gram-positiven bzw. gram-negativen Bakterien. Bei Fütterung mit gram-positiven Bakterien werden die Amöben größer und sind mit zahlreichen großen Nahrungsvakuolen durchsetzt. Bei Fütterung mit gram-negativen Bakterien sind die Amöben kleiner, mehr durchsichtig und haben minimal kleine Nahrungsvakuolen. Die Kerne verändern sich auf Nährböden weder im Bau noch in der Zahl. Bei der Amöbenbestimmung ist der Kern das wichtigste Bestimmungsmerkmal. Alle Erscheinungsformen der Amöbe, außer den Kernen, sind mehr oder weniger großen Veränderungen unterworfen, so daß nur eine Zusammenfassung aller Punkte einen Anhaltspunkt bei der Bestimmung geben kann. Die Zahl, Form und der Bau der Kerne sind relativ unveränderlich. Um das Aussehen und den Bau der Kerne genau erkennen zu können, ist es meist erforderlich, das Objekt anzufärben. Auch um die oben erwähnten, zur Bestimmung wichtigen Punkte festlegen zu können, ist häufig nach Untersuchung des ungefärbten Tieres eine Färbung unerläßlich. So können z. B. die Beschaffenheit des Plasmas und seine Einschlüsse erst richtig erkannt werden, wenn nach der Erstuntersuchung eine Beobachtung des gefärbten Plasmas erfolgt. Zur Färbung, welche der Bestimmung einer Amöbe dienen soll, genügt vollauf eine Vitalfärbung. Die Anfertigung eines Dauerpräparates ist für diesen Zweck überflüssig. In diesem Zusammenhang möchte ich noch besonders darauf hinweisen, daß das Aussehen der Amöbe, welche bereits durch die veränderte Lebensweise auf dem Nährboden verändert ist, durch die Fixierung bei Herstellung von Dauerpräparaten nochmals verändert wird, falls nicht die für die Amöbenart richtige Präparationsmethode angewendet wird, was für die Bestimmung eine gewisse Gefahr bedeutet. Diese Veränderungen können soweit gehen, daß außer dem Kern nichts an der Amöbe mehr dem natürlichen Tier gleichsieht. Ich habe deshalb, ausgenommen die Kernfärbung bei der Teilung, stets Vitalfarbstoffe verwandt; denn die Vitalfärbung ist nicht nur einfacher, sondern auch im Hinblick auf die Veränderungen, welche meist beim Anfertigen von Dauerpräparaten entstehen, empfehlenswerter. Für Amöben, deren Plasmakörper sehr durchsichtig ist, ist die Färbung des Plasmas und seiner Einschlüsse

unerlässlich. Gute Vitalfärbung des Plasmas, der Nahrungsvakuolen und der Lipochondrien erhielt ich mit einprozentiger Lösung von Neutralrot. Das Plasma läßt sich auch gut mit einer einprozentigen Methylenblaulösung färben. Zur Darstellung der Nahrungsvakuolen verwendete ich auch öfters stark verdünntes Auramin, welches ebenfalls sehr gute Bilder liefert. Der manchmal schlecht erkennbare Ektoplasmasaum kann durch Zugabe von Tusche zum Präparat gut sichtbar gemacht werden. Eine gute Vitalfärbung der Fett-Tröpfchen erhielt ich durch Zufügen von etwas Sudan III oder durch Scharlach R. Um die Beschaffenheit des Kernes besser erkennen zu können, verwendete ich die Simultanfärbung mit Essigkarmin. Um alle Einzelheiten des Kernes, vor allem bei der Teilung, erkennen zu können, ist die Anfertigung eines Dauerpräparates allerdings unerlässlich. Die besten Kernbilder auf Dauerpräparaten erhielt ich bei Verwendung von Sublimat-Alkohol-Eisessig als Abtötungsmittel und Pikrokarmin als Farbstoff. Auch bei Verwendung von Sublimat-Eisessig zur Fixierung und Färbung mit Eisenhaematoxylin nach Weigert erhielt ich gute Kernbilder. Gute Ergebnisse erzielte ich auch mit Safranin-Lichtgrün-Färbung, wobei Chromatin und Nucleolen rot, Plasma, Spindel und Centrosomen grün gefärbt werden. Sekretgranula werden gelblich und somit gut sichtbar bei Fixierung nach Champy, ohne Anwendung irgendeiner Färbung. Selbstverständlich kann das Plasma, die Fett-Tröpfchen usw. auch in Dauerpräparaten gut angefärbt werden, aber, wie bereits oben erwähnt, sind diese dort, wo eine gute Vitalfärbung möglich ist, unnötig und meist wegen der damit verbundenen Veränderungen der Objekte, außer bei Kernen, nicht zu empfehlen. Daher waren es die oben angeführten Farbstoffe, welche ich von der Vielzahl der bekannten und bei Untersuchungen verwandten Farbstoffe herausuchte und zur guten Sichtbarmachung der zur Amöbenbestimmung wichtigen Merkmale verwandte.

Nach diesen vorbereitenden Untersuchungen ist es im allgemeinen nicht mehr schwierig, eine Amöbenart zu bestimmen. Allerdings darf die Bestimmung nicht durch Vergleich des Objektes mit Abbildungen und Zeichnungen geschehen. Dabei ergeben sich bei einem so leicht veränderlichen Objekt wie es eine Amöbe ist, was ich aus eigener Erfahrung weiß, leicht Fehlbestimmungen. Von einer einwandfreien Bestimmung kann nur dann gesprochen werden, wenn die oben angeführten Punkte alle festgelegt und mit den vorhandenen Amöbenbeschreibungen verglichen werden.

Liste der gefundenen Arten

Zunächst sollen alle von mir gefundenen Arten in systematischer Reihenfolge genannt werden. Es gibt verschiedene systematische Einteilungen. Ich unterteile nach der älteren Systematik in die Gattungen Vahlkampfia, Hartmannella, Amoeba und Pelomyxa.

In diesem Zusammenhang möchte ich auch über die Präsenz (TISCHLER 1949), sie besagt in wie vielen getrennten Beständen eines Biotoptyps eine Art vorkommt, Aussagen machen. Ich verwende dabei die Bezeichnungen Tischlers. Vorkommen in 0 bis 25 % eines Biotoptyps = selten, in 25 bis 50 % = verbreitet, in 50 bis 75 % = häufig, in 75 bis 100 % = sehr häufig.

Regelmäßig während zweier Jahre untersuchte ich 19 alkalisch reagierende und meist bewirtschaftete stehende Gewässer (Teiche und Weiher), sowie vier fließende Gewässer (Flüsse und Bäche) und zwölf Wiesengräben. Während kürzerer Zeit untersuchte ich noch 19 saure Sphagnumgewässer, neun moorige Gewässer und 19 Quellen. Außerdem wertete ich auch noch ca. 120 Erdproben aus. Dabei fand ich folgende Amöben:

Vahlkampfia limax Dujardin, sie ist in allen untersuchten Biotoptypen häufig. Ich fand sie in 13 der insgesamt 19 untersuchten alkalischen stehenden Gewässer, in elf von 19 Sphagnumgewässern, in fünf der neun moorigen Gewässer, in 14 der 23 fließenden Gewässer (Flüsse, Bäche, Quellen) und in zehn der zwölf Wiesengräben.

Vahlkampfia tachypodia Gläser war in den stehenden alkalischen Gewässern und in den Sphagnumgewässern verbreitet, in moorigen Gewässern häufig und in fließenden Gewässern und Wiesengräben wiederum verbreitet.

Vahlkampfia magna Jollos kam häufig in den alkalischen Gewässern vor und fand sich in Sphagnum und moorigen Gewässern nicht. In den fließenden Gewässern und Wiesengräben war sie verbreitet.

- Vahlkampfia debilis* Jollos war in den Weihern verbreitet, in den fließenden Gewässern und Wiesengräben häufig.
- Vahlkampfia froschi* Hartmann: häufig in den stehenden alkalischen Gewässern, verbreitet in Sphagnum, selten bis verbreitet in moorigen Gewässern, selten in fließenden Gewässern (Regnitz), häufig in Wiesengräben.
- Vahlkampfia lacustris* Nägler war verbreitet bis häufig in Weihern, selten in fließenden Gewässern (Regnitz) und Wiesengräben.
- Vahlkampfia hartmanni* Nägler ist in den stehenden alkalischen Gewässern häufig bis sehr häufig, in moorigen Gewässern ist sie selten, in fließenden Gewässern verbreitet und in Wiesengräben häufig.
- Vahlkampfia diplogena* Belar: häufig in alkalischen Gewässern, verbreitet in Sphagnumgewässern, verbreitet bis häufig in moorigen Gewässern, häufig in fließenden Gewässern und Wiesengräben.
- Vahlkampfia albida* Nägler war in Erdproben, welche nicht von äußerst trockenen Stellen genommen waren, häufig. Sie fand sich in 73 von 120 Proben.
- Vahlkampfia diploidea* Hartmann und Nägler war je nach der Beschaffenheit des Bodens verbreitet bis häufig.
- Vahlkampfia gruberi* Schardingner kam nur selten in den stehenden alkalischen Gewässern vor (Oberer Dorfweiher Kosbach, Dorfweiher Untermembach, Becken im Botanischen Garten). Auch in Sphagnum und in moorigen Gewässern war sie nur selten.
- Vahlkampfia bistadialis* Puschkarew, selten in den alkalischen stehenden Gewässern (Oberer Dorfweiher Kosbach, Dorfweiher Untermembach, Tennenloher Weiher, Becken im Botanischen Garten). Selten auch in Sphagnum und moorigen Gewässern.
- Hartmannella platypodia* Gläser fand ich häufig in stehenden alkalischen Gewässern und Wiesengräben.
- Hartmannella aquarum* Jollos war selten in stehenden alkalischen Gewässern (Mittlerer Dorfweiher Kosbach, Oberer Dorfweiher Kosbach, Doktorsweiher, Breitweiher), kam aber häufig in fließenden Gewässern vor und in Wiesengräben selten bis verbreitet.

Hartmannella fluvialis Dobell ist in stehenden alkalischen Gewässern verbreitet bis häufig, in fließenden Gewässern und Wiesengräben verbreitet.

Hartmannella polyphaga Puschkarew fand sich in den untersuchten Weihern häufig. In den moorigen Gewässern selten, in Wiesengräben verbreitet.

Hartmannella lamellipodia Gläser war verbreitet in den stehenden alkalischen Gewässern, selten in den moorigen Gewässern und Wiesengräben.

Hartmannella mira Gläser fand sich nur in stehenden alkalischen Gewässern und auch da nur selten (Wellesweiher, Dummetsweiher, Teich östlich des Dummetsweihers, Breitweiher).

Hartmannella glebae Dobell war ebenfalls selten in stehenden Gewässern (Dorfweiher Untermembach, Kreuzweiher, Teich im Norden von Kosbach).

Amoeba humilis Schouteden: in stehenden alkalischen Gewässern verbreitet, in Wiesengräben selten.

Amoeba velata Parona fand sich selten bis verbreitet in stehenden alkalischen Gewässern.

Amoeba chondrophora Arndt war in den alkalischen Weihern verbreitet bis häufig, in fließenden Gewässern selten (Regnitz) und in Wiesengräben verbreitet.

Amoeba limicola Rhumbler kam nur in stehenden alkalischen Gewässern vor, war dort aber verbreitet.

Amoeba minuta Popoff war selten bis verbreitet in den Weihern, ebenfalls selten in den fließenden Gewässern (Regnitz, Lindach) und in den Wiesengräben.

Amoeba horticola Nägler war in Erdproben, welche nicht von sehr trockenen Stellen stammten, verbreitet bis häufig.

Amoeba muralis Penard war verbreitet an trockenen Moosen.

Amoeba fluida Gruber: verbreitet in stehenden alkalischen Gewässern, selten in fließenden Gewässern (Regnitz).

- Amoeba lucens* Frenzel fand sich selten in den Weihern (Dorfweiher Untermembach, Klebheimer See, Großer Bischofsweiher, Teich im Norden von Kosbach).
- Amoeba gorgonia* Penard war in den stehenden alkalischen Gewässern und in Sphagnumgewässern selten (Dorfweiher Untermembach, Teich im Norden von Kosbach, Kastenweiher 2 und 3).
- Amoeba fasciculata* Penard: selten in den alkalischen stehenden Gewässern (Großer Bischofsweiher, Kastenweiher 2 und 3).
- Amoeba radiosa* Dujardin fand sich verbreitet bis häufig in den stehenden alkalischen Gewässern, selten in Sphagnum, selten in moorigen Gewässern.
- Amoeba spumosa* Gruber war in den Weihern verbreitet.
- Amoeba alveolata* Mereschkowsky: verbreitet in den stehenden alkalischen Gewässern, selten in den fließenden Gewässern (Regnitz).
- Amoeba angulata* Mereschkowsky war selten in den stehenden alkalischen Gewässern (Dorfweiher Untermembach, Doktorsweiher).
- Amoeba penardi* Schouteden fand sich selten bis verbreitet in den Weihern.
- Amoeba vitraea* Hertwig und Lesser gehört mit zu den seltenen Arten der stehenden alkalischen Gewässer (Dorfweiher Untermembach, Becken im Botanischen Garten).
- Amoeba terricola* Ehrenberg war in den Weihern selten (Kreuzweiher, Breitweiher, Klebheimer See), in Sphagnum und in moorigen Gewässern selten bis verbreitet. Selten bis verbreitet fand sie sich auch an Moosen.
- Amoeba villosa* Wallich: verbreitet in den stehenden alkalischen Gewässern.
- Amoeba nitida* Penard: selten in den Weihern (Oberer Dorfweiher Kosbach, Kreuzweiher, Teich im Norden von Kosbach).
- Amoeba proteus* (Pallas) Schaeffer (= *A. princeps* Ehrenberg) war verbreitet in den stehenden alkalischen Gewässern und in Sphagnumgewässern, selten in fließenden Gewässern (Regnitz).

Amoeba dubia Schaeffer fand sich nur in stehenden alkalischen Gewässern und zwar verbreitet.

Amoeba nobilis Penard gehört zu den Arten, welche nur in stehenden Gewässern, und auch dort nur selten, zu finden war (Großer Bischofsweiher, Klebheimer See).

Amoeba pulverulenta Penard: selten in Weihern (Großer Bischofsweiher, Klebheimer See).

Amoeba vespertilio Penard: selten in stehenden alkalischen Gewässern (Großer Bischofsweiher, Klebheimer See, Doktorsweiher, Breitweiher), selten auch in Sphagnum und in moorigen Gewässern.

Amoeba vesiculata Penard war in den stehenden alkalischen Gewässern selten (Großer Bischofsweiher, Klebheimer See, Kreuzweiher, Teich im Norden von Kosbach). Ebenfalls selten fand sie sich in moorigen Gewässern.

Amoeba alba Greeff fand sich selten in Weihern (Kreuzweiher, Klebheimer See, Breitweiher).

Pelomyxa palustris Greeff: selten bis verbreitet in den stehenden alkalischen Gewässern, häufig in moorigen Gewässern.

Pelomyxa prima Gruber war selten in den stehenden alkalischen Gewässern (Becken im Botanischen Garten).

Pelomyxa binucleata Gruber: in Weihern nur selten (Klebheimer See, Becken im Botanischen Garten), in moorigen Gewässern verbreitet bis häufig.

Pelomyxa fragilis Penard: selten in Weihern (Dorfweiher Untermembach, Klebheimer See, Kreuzweiher).

Pelomyxa paradoxa Penard: selten in Weihern (Dorfweiher Untermembach, Klebheimer See).

Zur Ökologie der beobachteten Amöben

1. Allgemeines

Nicht alle Amöbenarten kommen in demselben Habitat, ja nicht einmal in demselben Biotop vor. Zwar sind einige Amöben sehr anpassungsfähig, wie ich in einigen Versuchen festgestellt habe, aber diese Anpassungsfähigkeit geht nicht soweit, daß jede Amöbe in jedem Habitat leben könnte. Umgekehrt ist es natürlich auch nicht so, daß man eine Amöbenart nur in einem ganz bestimmt beschaffenen Habitat findet und sonst nirgends. Man kann sie auch in Habitats finden, welche von dem für sie spezifischen etwas abweichen. Aber auf Grund des verschiedenen mengenmäßigen Vorkommens ist es bei manchen Arten meiner Meinung nach wohl berechtigt, von einem spezifischen Habitat zu sprechen. Zum Teil ist dies auf die verschiedene Ernährungsweise zurückzuführen. Einige Arten ernähren sich vorwiegend von Pflanzen, andere von Bakterien, während wiederum andere vorwiegend Protozoen fressen. Aus diesem Grunde kann man bei manchen Habitats mit Sicherheit sagen, welche Amöben nicht darin vorkommen. Es können aber auch Amöben in einem ihnen im eigentlichen zusagenden Habitat fehlen, müssen also, was auch meistens der Fall ist, nicht immer vorhanden sein.

In diesem Zusammenhang möchte ich noch erwähnen, daß man manchmal Amöben an Stellen findet, an welchen diese Arten sonst nie vorkommen. Es handelt sich meiner Meinung nach dabei um Amöben, welche in Cystenform durch den Wind übertragen wurden. Ich konnte das Auftreten von Amöben an Stellen, wo sie nicht die für sie notwendigen Lebensbedingungen fanden, öfters feststellen. Aber immer waren diese Arten nach kurzer Zeit wieder verschwunden.

Beim Auffinden von Amöben spielt außer der Beschaffenheit des Habitats auch die jeweils herrschende Witterung eine Rolle. So konnte ich in Wasserproben, welche bei sonnigem, warmem Wetter von der Oberfläche eines Gewässers entnommen waren, eine unverhältnismäßig größere Zahl von Amöben feststellen als in Proben, welche bei windigem, regnerischem Wetter entnommen waren. Ich führe dies darauf zurück, daß sich die Amöben durch die vom Winde, beziehungsweise den Regentropfen hervorgerufene Bewegung der Wasseroberfläche gestört, auf den Grund des Gewässers sinken lassen. Sie geben also die sogenannte Schwebeform, wie

GLÄSER sie 1912 beschreibt und wie man sie besonders bei den Limax-arten findet, auf und sind somit, vor allem in tieferen Teichen, Weihern und Flüssen nicht mehr zugänglich. Das ist sehr leicht erklärlich und kann künstlich ganz einfach reproduziert werden. Ein Gefäß mit einem Durchmesser von ca. 20 cm und einer Höhe von ca. 10 cm füllte ich mit Teichwasser von der Oberfläche, welches Amöben in verhältnismäßig großer Zahl enthielt. Die Verhältnisse wurden weitgehend denen des natürlichen Habitats angepaßt, indem auch der Boden des Glases mit dem in dem betreffenden Teich vorkommenden Grund bedeckt wurde. Nachdem das Gefäß einige Zeit ruhig gestanden hatte, wurden Proben der Wasseroberfläche mikroskopisch untersucht und Amöben festgestellt. Bläst man nun kurze Zeit schräg gegen die Wasseroberfläche und entnimmt anschließend Proben derselben, so sind keine Amöben mehr zu finden. Ein zweiter, ähnlicher Versuch ergab dasselbe Resultat. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie in dem vorherigen Versuch. Der Unterschied bestand nur darin, daß nicht gegen die Wasseroberfläche geblasen, sondern gleichzeitig aus mehreren dünnen Pipetten Wassertropfen auf die Wasseroberfläche fallen gelassen wurden. Das Ergebnis war das gleiche wie bei dem vorhergehenden Versuch.

Die meisten Amöben fand ich in den warmen Monaten, während bei großer Kälte, also etwa im Winter, keine Amöben an den zugänglichen Stellen in vegetativer Form zu finden waren.

Der pH-Wert des Wassers, soweit es sich wie bei den von mir untersuchten Weihern und fließenden Gewässern nur um verhältnismäßig geringe Schwankungen handelt, spielt für die Verteilung der Amöben keine Rolle. Von großer Bedeutung aber ist die Strömung eines Gewässers im Hinblick auf die vorhandene Amöbenmenge. In den fließenden Gewässern sind Amöben, ohne Berücksichtigung einer bestimmten Art, spärlicher als in stehenden Gewässern.

2. Die Ernährung der Amöben

Da die Nahrungsaufnahme in Zusammenhang mit der Temperatur steht, werden in vielen Veröffentlichungen über Amöbenzucht den Temperaturverhältnissen besondere Beachtung geschenkt. Manchmal wird die Bebrütung einer Kultur bei 22° C als besonders vorteilhaft angegeben, manchmal werden Temperaturen von 25 bis 30° C empfohlen. Ich habe Versuche gemacht und Kulturen bei verschiedenen Temperaturen gehalten. Dabei kam ich zu dem Ergebnis, daß es wohl vorteilhaft ist, wenn man frisch angelegte Kulturen für einige Tage in einem Thermostaten bei etwa 25° C halten kann, daß dies aber durchaus nicht erforderlich ist. Ich habe meine meisten Kulturen bei normaler Zimmertemperatur von ca. 20° C gehalten, und sie sind dabei immer sehr gut gediehen.

Was die Beziehung zwischen Temperatur und dem Gedeihen der Amöben anbelangt, möchte ich noch einige Ergebnisse meiner Versuche angeben, da ich dabei keine Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Versuche NÄGLERS 1909, zu welchen ich auch in der neueren Literatur keinen Widerspruch fand, erhalten konnte. Nägler schreibt, daß bei Temperaturen unter 5°C eine Verlangsamung der Bewegung und allmähliches Absterben eintritt, ebenso bei Temperaturen über 37°C . Ich hatte einige Kulturen mit *V. limax*, *V. froschi*, *V. lacustris*, *V. hartmanni* und *V. tachypodia*, welche alle der *Limax*-Gruppe angehören — diese benützte auch Nägler zu seinen Versuchen —, längere Zeit in einem Kühlschrank bei einer Temperatur von 3°C stehen und konnte dabei sowohl eine Verlangsamung der Bewegung als auch eine Einstellung der Vermehrung feststellen. Ein langsames Absterben konnte ich dabei nicht erreichen. Selbst nach einem Aufenthalt von 14 Tagen im Kühlschrank bei 3°C waren die Amöben nicht abgestorben und zeigten auch keine Schädigung oder Veränderung. Amöben, welche durch Nahrungsmangel, Trockenheit, Kälte und so weiter in Cystenform übergegangen waren, hielt ich bis zu sechs Tagen bei Temperaturen knapp unter 0°C , so daß der noch etwas Feuchtigkeit enthaltende Nährboden gefroren war. Auch diese Amöben starben nicht ab, sondern gingen nach Übertragung auf einen neuen Nährboden in normaler Temperatur wieder in vegetative Form über, ohne daß eine Schädigung der Amöben festzustellen war. Bei Temperaturen von etwa 38°C oder 39°C konnte ich auch kein Absterben dieser *Limax*-arten feststellen. Ich habe Kulturen bis zu einer Woche sogar bei 42°C gehalten, ohne daß dabei die Amöben abstarben. Eine Abtötung bei diesen Amöben der *Limax*-Gruppe erreichte ich erst bei Temperaturen von über 45°C .

Das Problem der absoluten Reinzucht von Amöben nimmt in der Literatur über Amöbenzucht bereits einen ziemlich großen Raum ein, denn es wäre wünschenswert, Amöben völlig rein züchten zu können. Trotzdem es sehr unwahrscheinlich ist, Amöben auf einem Nährboden ohne Bakterien halten zu können, habe ich wegen der vielen Widersprüche, auf welche man gerade hier stößt, mehrere Versuche über die Möglichkeit einer absoluten Reinzucht unternommen. Dazu ging ich von zweigliedrigen Reinkulturen aus. Diese konnte ich leicht durch folgendes bekannte Verfahren erhalten: Eine bestimmte Bakterienart wird auf einem Nährboden dick ausgestrichen und darauf ein Tropfen aus einer Amöben enthaltenden Probe gegeben. Die Amöben, welche derart günstige Nahrungsbedingungen vorfinden, breiten sich schnell auf der ganzen Platte aus. Die Bakterien, welche zusammen mit den Amöben aus der Probe auf den Nährboden gebracht wurden, können bei der raschen Ausbreitung der Amöben mit diesen nicht Schritt halten und bleiben zurück. Wenn dann die Amöben nach einigen Tagen den Rand der Platte erreichen, sind mit ihnen zusammen nur noch die Bakterien zu finden, welche bei der Kulturanlegung auf der Platte ausgestrichen wurden.

Es ist also eine sogenannte zweigliedrige Reinkultur (Oehler, 1916) entstanden. Um nun aber eine absolute Reinkultur anlegen zu können, müssen die in der zweigliedrigen Reinkultur vorhandenen Bakterien von den Amöben getrennt werden. Ich verwandte am Anfang meiner Versuche, um dieses Ziel zu erreichen, die sogenannte Verdünnungsmethode. Diese besteht darin, daß man etwas Amöben-Bakterien-Gemisch der zweigliedrigen Reinkultur auf einen Objektträger bringt und in einem Tropfen sterilen Leitungswasser einreibt. Dieser Tropfen wird unter dem Mikroskop beobachtet und solange immer wieder verdünnt, bis keine Bakterien mehr auf dem Objektträger festzustellen sind. Diese Methode ist sehr umständlich und außerdem auch sehr unsicher, da häufig zusammen mit den Amöben doch Bakterien auf den sterilen Nährboden gelangen. Später verwandte ich das von KLÖHR 1953 beschriebene Verfahren, die Einwirkung eines bakteriziden Stoffes. Dieses Verfahren beruht darauf, daß Amöben im Gegensatz zu Bakterien von Streptomycin nicht geschädigt werden. Klöhr verwandte für die Bakterien und Amöben einer gut bewachsenen Agarplatte, welche in 1 ccm Flüssigkeit gebracht worden waren, eine Dosis von 50 mg = 3000 Einheiten Streptomycin, bei einer Einwirkungszeit von 6 bis 10 Stunden. Dieses Verfahren ist bedeutend einfacher durchzuführen als die Verdünnungsmethode, und es ist entschieden sicherer. Ich legte Kulturen auf verschiedenen sterilen Nährböden an wie Mouton-Agar, Wasseragar, Wasseragar mit Pepton nach Vahlkampf, Fleischwasser plus Agar plus Pepton plus Kochsalz nach Arndt, Knopagar, Wasser plus Fleischextrakt plus Pepton plus NaCl plus Agar nach Lenchiu-Chen, ebenso auch in flüssigen Nährmedien wie Peptonwasser, Lösung von Eiweiß in Wasser nach Monti und Eiweiß mit Zusatz von Carbonsäure nach Crivelli und Maggi. Um aber allen eventuellen Möglichkeiten gerecht zu werden, habe ich auch die Temperaturverhältnisse berücksichtigt. Zu diesem Zweck legte ich jeden Nährboden dreimal an, so daß zur gleichen Zeit jeder Nährboden mit jeweils demselben Amöbenmaterial, Limaxarten, beimpft bei drei verschiedenen Temperaturen gehalten werden konnte. Die Temperaturen waren 17° C, 21° C und 26° C. Die Ergebnisse auf den verschiedenen Nährböden und bei den verschiedenen Temperaturen waren alle gleich. In keinem Falle sind die Amöben gediehen. Dies deckt sich voll und ganz mit den Ergebnissen, welche NÄGLER 1909, FROSCH 1897, ZAUBITZER 1901, VAHLKAMPF 1904 und JOLLOS 1916 über Amöbenreinzucht erhalten haben. Um eine Reinzucht von Amöben aber doch zu ermöglichen, unternahmen sowohl TSUJITANI 1898 als auch OEHLER 1916 den Versuch, die Amöben auf den Nährböden mit abgetöteten Bakterien zu füttern. Ihren Angaben nach haben sie damit positive Erfolge erzielt und konnten Amöben unbegrenzt lange züchten. Ich habe nun, nachdem die oben beschriebenen Versuche über die Reinzüchtung der Amöben negativ verlaufen waren, die Versuche von TSUJITANI 1898 und OEHLER 1916 wiederholt. Ich verwandte dieselben, bereits oben

angeführten verschiedenen Nährböden, auf welche ich zu den Limaxamöben im Wasserbad abgetötete gram-negative Bakterien gab. Die Ergebnisse widersprachen ganz und gar denen von TSUJITANI 1898 und OEHLER 1916. Ich konnte teilweise noch eine Vermehrung der Amöben feststellen, was ich darauf zurückführe, daß manche Amöben sehr große Hungerkünstler sind, aber bereits bei der nächsten Überimpfung konnte ich kein Wachstum mehr feststellen. Die Amöben gediehen also mit abgetöteten Bakterien nicht. Um das Ergebnis, daß Amöben, um leben zu können, auf lebende Bakterien als Nahrung angewiesen sind, außer einigen größeren Amöbenarten, welche als Nahrung Protozoen, kleine Würmer und so weiter benötigen, weiter zu sichern, legte ich noch reine Amöbenkulturen auf Eigelb, Milch und Stärkekörnern an, und ich konnte auch hier kein Wachstum feststellen.

Nachdem nun bewiesen ist, daß Amöben lebende Bakterien als Nahrung benötigen und nicht von den Substanzen der Nährböden leben können, widerspricht dies scheinbar den Ergebnissen der weiter oben angeführten Versuche, nämlich, daß manche Amöbenarten auf manchen Nährböden gut gedeihen, während sie auf anderen nur schlecht ansprechen. Dieser Widerspruch ist aber nur scheinbar, denn eine Einwirkung des Nährbodens auf die Amöben erfolgt ja auf alle Fälle über die Bakterien, welche sich ja von den Substanzen des Nährbodens ernähren.

Während die Reinzüchtung von Amöben nicht gelingt, scheinen Versuche auf diesem Gebiet bei Ciliaten positive Ergebnisse zu haben. OEHLER veröffentlichte 1919, kleine Ciliaten sowohl mit abgetöteten Coli als auch mit sterilem zerriebenem Muskelfleisch (Stockfisch) gezüchtet zu haben. Ebenfalls positive Ergebnisse erhielt er bei der Züchtung von Colpoda Steini auf Eiweißpulver und auch auf zerriebenem Spinat. KIDDER und STUART 1939 gelang es nicht, Ciliaten auf reinem Boden zu züchten. Dagegen gelang es WICHTERMANN 1949 und 1952 Paramecien mit abgetöteten Hefezellen zu züchten. In neuester Zeit ist man nun davon abgegangen, Reinzucht von Ciliaten mit abgetöteten Bakterien, Hefezellen und so weiter, welche von den einen Untersuchenden als positiv, von den anderen als negativ bezeichnet werden, durchzuführen. Man ist dazu übergegangen, kompliziert zusammengesetzte chemische Nährböden herzustellen. Mit diesen Nährböden sollen positive Erfolge erzielt worden sein. Ob mit diesen Nährböden auch für die Reinzucht von Amöben positive Erfolge erzielt werden können, konnte ich wegen ihrer komplizierten Zusammensetzung nicht prüfen.

Nachdem verschiedene Nährböden für die Amöbenzucht ausprobiert waren, wobei immer Bakterien vorhanden sein müssen, konnte ich feststellen, daß sich die besten Zuchtergebnisse bei folgenden, daraufhin von mir fast ausschließlich verwandten Nährböden und Nährflüssigkeiten ergaben:

Vahlkampfia gruberi und *bistadialis* gedeihen am besten auf Mouton-Agar. Fast alle anderen Amöben, die zu den sogenannten „Limax-Arten“ gehören, wie *Vahlkampfia limax*, *hartmanni*, *tachypodia*, *froschi*, *lacustris*, *magna*, sowie auch die in die Familie der Hartmannellidae zusammengefaßten Amöben, zum Beispiel *Hartmannella lamellipodia*, *platypodia*, *aquarum* und fast alle kleineren Amöbenarten, gedeihen am besten auf alkalischem Knop-Agar oder auf Mouton-Agar. Auf alle Agarplatten wurden gram-negative Bakterien gegeben, überwiegend handelte es sich um *Bakterium aerogenes* und *Bakterium coli*, welche ich dem Bakteriologischen Institut der Universität Erlangen verdanke, und die Platte mit einer dünnen Wasserschicht überdeckt. Bei Erdamöben wurden außer den Bakterien auch noch kleine Amöbencysten oder Flagellaten als Nahrung hinzugegeben.

Bei den größeren Amöbenarten konnte ich feststellen, daß sie auf einem festen Nährboden nicht gedeihen, auch genügen ihnen Bakterien nicht als Nahrung. *Amoeba verrucosa* gedieh sehr gut in 0,01prozentiger Knoplösung bei Fütterung mit *Stentor roeseli*. Auch *Amoeba proteus* hielt sich in 0,01prozentiger Knoplösung bei Zugabe von *Stentor roeseli* sehr gut, nahm aber auch Paramecien sehr gerne als Futter an. Die beste Nahrung für *Amoeba vespertilio* waren Rotatorien und Daphnien. *Amoeba dubia* konnte ich am besten auch in 0,01prozentiger Knoplösung bei Fütterung mit *Colpidium* züchten. Die verschiedenen *Pelomyxa*-Arten hielten sich gut in Zylindergläsern mit möglichst viel Wasser, welchem Schlamm vom Standort beigegeben war. Sie ließen sich aber auch gut in 0,01prozentiger Knoplösung bei Fütterung mit *Stentor roeseli* halten.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß von all den vielen Nährböden, welche in der Literatur angeführt sind, Knop-Agar, Mouton-Agar und 0,01prozentige Knoplösung mit den entsprechenden oben angeführten Futterorganismen die besten Nährböden, beziehungsweise Nährflüssigkeiten, für die Züchtung von freilebenden Amöben sind.

Abschließend möchte ich noch bemerken, daß es mir nicht gelang, die zu den ansonsten leicht züchtbaren Limaxarten gehörigen *Vahlkampfia debilis* und *Vahlkampfia diplogena* zu züchten.

3. Die Amöben der verschiedenen Standorte

a) Weiher und Teiche:

Um Angaben über die Präsenz der Amöben in den Weihern und Teichen der Erlanger Umgebung zu machen, führe ich hier die am meisten verbreiteten Arten in absteigender Reihenfolge auf:

V. hartmanni, *V. limax*, *V. froschi*, *V. magna*, *H. polyphaga*, *H. diplogena*, *H. platypodia*, *A. chondrophora*, *V. lacustris*, *H. fluvialis*, *A. radiosa*, *A. alveolata*, *V. tachypodia*, *V. debilis*, *A. villosa*, *A. fluida*, *A. humilis*, *H. lamellipodia*, *A. dubia*, *A. spumosa*, *A. proteus*, *A. limicola*, *Pelomyxa palustris*, *A.*

minuta, *A. velata*, *A. penardi*. Die übrigen Arten waren nur sehr gering verbreitet, am geringsten *Pelomyxa prima*, welche ich nur an einer Stelle gefunden habe.

Über die Abundanz (TISCHLER 1949), also das mengenmäßige Auftreten der Amöben, kann zahlenmäßig keine Aussage gemacht werden, da die Zahlen, selbst bei Proben an ein und derselben Stelle, zu verschiedenen Zeiten immer sehr stark schwankten. Man kann die individuenmäßige Häufigkeit etwa in folgender Reihenfolge angeben:

V. limax, *V. froschi*, *V. hartmanni*, *H. platypodia*, *V. magna*, *H. polyphaga*, *A. fluida*, *A. humilis*, *A. radiosa*, *A. proteus*, *A. vespertilio*, *V. gruberi*, *V. bistadialis*. In entschieden geringerer Zahl fand ich *V. tachypodia*, *A. minuta*, *V. lacustris*, *A. chondrophora*, *V. diplogena*, *H. fluvialis*, *V. debilis*, *H. lamellipodia*, *H. aquarum*, *A. terricola*. Alle übrigen Arten waren nur sehr selten und fanden sich meist nur in einem oder in einigen wenigen Exemplaren in einer Probe, teilweise sogar nicht einmal in jeder Probe.

Die von mir untersuchten Weiher in der Erlanger Umgebung unterscheiden sich in ihrer Beschaffenheit nur sehr wenig voneinander. Trotzdem ist die Amöbenbesiedelung nie die gleiche gewesen. Arten, die nur für kurze Zeit und in nur sehr geringer Zahl einmal auftraten, kann ich in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigen, denn bei ihnen handelt es sich offensichtlich um Arten, die auf irgendeine Weise in das Habitat gelangten, ohne dort die nötigen Lebensbedingungen vorzufinden, um sich längere Zeit halten zu können. Die Weiher hatten folgende Amöbenbesiedelung:

Im Dummetsweiher bei Kosbach, welcher bewirtschaftet und sehr stark verunreinigt ist, dessen Ufer schlammig oder sandig, mit Schilf und Rohrkolben bestanden sind, der teilweise auch Wiesenufer und schlammigen Grund hat, fand ich *H. platypodia*, *V. hartmanni*, *V. limax*, *H. polyphaga*, *V. magna*, *V. froschi*, *A. humilis*, *A. villosa*, *A. dubia*, *A. penardi*, *A. spumosa*, *A. alveolata*, *V. lacustris*, *H. fluvialis*, *H. mira*, *V. diplogena*.

In einem Teich östlich des Dummetsweiher, nur wenige Meter vom Dummetsweiher entfernt und ähnlich diesem beschaffen, fand ich nicht die gleichen Amöbenarten. Es fehlten *H. platypodia*, *V. hartmanni*, *V. magna* und *V. froschi*.

Der Wellesweiher bei Kosbach, ebenso wie der Dummetsweiher bewirtschaftet, mäßig verunreinigt, mit schlammigem Grund, sandig-schlammigem Ufer mit Schilf, *Typha* und *Scirpus*-Beständen, hat eine ähnliche Amöbenbesiedelung wie der Dummetsweiher. In ihm fehlten *H. platypodia*, *V. limax*, *H. polyphaga*, *A. penardi*.

Nicht weit von diesen eben angeführten drei Weihern entfernt ist im Norden von Kosbach ein bewirtschafteter Teich, direkt am Waldrand gelegen, ziemlich verunreinigt und verwildert, ganz mit Wasserpflanzen bedeckt. In ihm fand ich zum Teil andere Amöbenarten als in den soeben

beschriebenen Weihern. Gleich den anderen waren auch hier *V. froschi*, *H. platypodia*, *H. polyphaga*, *V. magna*, *V. lacustris*, *V. hartmanni* und *V. diplogena* zu finden. Abweichend von den vorhergehenden Weihern fanden sich aber noch *H. lamellipodia*, *H. glebae*, *A. lucens*, *A. gorgonia*, *A. radiosa*, *A. nitida*, *A. vesiculata*.

Während die bisher angeführten Weiher alle nicht ganz im Wald liegen, sondern immer eine oder mehrere Seiten von Wiesen begrenzt sind, so daß die Möglichkeit besteht, daß Amöbencysten von den benachbarten Weihern durch den Wind eingetragen werden, ist der Kreuzweiher zwischen Dormitz und Röckenhof ganz von Wald umgeben und sehr weit von den anderen Weihern entfernt. Er ist mit einem sehr breiten Schilfgürtel umgeben und die Wasserfläche ist ganz bewachsen. Auch er kann zu den mäßig verunreinigten Gewässern gerechnet werden. Der Grund ist bis an das Ufer heran sehr schlammig, vor allem in einigen kleineren Buchten. In ihm fand ich *V. froschi*, *V. limax*, *H. platypodia*, *V. hartmanni*, *V. magna*, *H. polyphaga*, *A. radiosa*, *H. lamellipodia*, *A. spumosa*, *A. velata*, *H. glebae*, *A. terricola*, *A. dubia*, *A. nitida*, *A. vesiculata*, *A. alba*, *Pelomyxa palustris*, *Pelomyxa fragilis*.

Ebenso wie der Kreuzweiher ist auch der Breitweiher bei Straß-Lohe ganz von Wald umgeben und liegt von den anderen Weihern ziemlich isoliert. Er ist als mäßig verunreinigt zu bezeichnen. Ein Schilfgürtel fehlt, aber er ist ebenso wie der Kreuzweiher stark bewachsen, vor allem mit Pfeilkraut. Mit dem Kreuzweiher gemein hat er nur *A. spumosa*, *A. terricola*, *A. dubia* und *A. alba*. Weiterhin fand ich in ihm, abweichend vom Kreuzweiher, *A. chondrophora*, *V. tachypodia*, *H. fluvialis*, *H. aquarum*, *V. debilis*, *A. minuta*, *A. limicola*, *A. vespertilio*, *V. diplogena*, *A. penardi*, *A. villosa*, *H. mira*.

Im Gegensatz zu allen bisher angeführten Weihern liegt der Doktorsweiher bei Büchenbach völlig frei, er ist ringsherum von Wiese umgeben. Nur ein Teil seiner Ufer ist mit Schilf und Rohrkolben bewachsen. Auch er gehört zu den leicht verunreinigten Gewässern. Die Wasserfläche ist offen und der Sandgrund nur mit einer dünnen Schlammschicht bedeckt. Auf Grund der dünnen Schlammschicht findet sich in ihm vor allem *A. fluida*. Im Schilfgürtel fand ich *V. hartmanni*, *H. platypodia*, *H. polyphaga*, *A. radiosa*. Weiterhin waren noch *V. tachypodia*, *V. lacustris*, *H. fluvialis*, *V. debilis*, *H. aquarum*, *A. limicola*, *A. dubia*, *A. vespertilio*, *A. spumosa*, *A. villosa*, *A. angulata* vorhanden.

Auch die Kastenweiher 1, 2 und 3 bei Röhrach liegen völlig frei und sind als leicht verunreinigt anzusprechen. Während Kastenweiher 1 eine offene Wasserfläche mit nur leicht bewachsenem Rand und eine nur sehr dünne Schlammschicht hat, haben Kastenweiher 2 und 3 eine etwas stärkere Schlammschicht und sind stark, vor allem mit Pfeilkraut, bewachsen. Den Kastenweiher 1 fand ich besiedelt mit *V. froschi*, *V. hartmanni*, *A. minuta*,

H. platypodia, *A. fluida*, *V. tachypodia*, *V. debilis*, *A. velata*, *A. limicola*. Von diesen Arten fehlten im Kastenweiher 2 und 3 *A. minuta*, *V. tachypodia*, *A. velata*, *V. debilis* und *A. limicola*. Statt deren fanden sich im Kastenweiher 2 und 3 *V. limax*, *H. polyphaga*, *V. magna*, *A. radiosa*, *A. chondrophora*, *A. gorgonia*, *A. fasciculata*.

Die beiden größten von den Weihern, die ich in der Erlanger Umgebung genauer untersuchte, waren der Große Bischofsweiher bei Dechsendorf und der Klebheimer See. Beide sind als mäßig verunreinigt zu bezeichnen. Bei beiden ist der größte Teil der Wasserfläche offen. Der Schilfgürtel ist bei beiden Gewässern nur auf einen Teil der Ufer beschränkt, dort aber meist sehr dicht. Dazwischen teilweise vermoortes Grasufer. Ebenfalls gemeinsam ist den beiden Gewässern ein Sandgrund mit einer Schlamm-schicht, diese vor allem an tieferen Stellen, teilweise aber auch ins seichte Wasser, bis ans Ufer reichend. Trotz dieser Ähnlichkeit in der Beschaffenheit der beiden Gewässer ist die Amöbenbesiedelung nicht in beiden die gleiche. Sowohl im Klebheimer See als auch im Großen Bischofsweiher fanden sich *V. limax*, *V. froschi*, *V. lacustris*, *V. hartmanni*, *H. platypodia*, *A. radiosa*, *V. magna*, *V. tachypodia*, *A. vespertilio*, *H. polyphaga*, *V. debilis*, *V. diplogena*, *A. villosa*, *A. nobilis*, *A. pulverulenta*, *A. vesiculata*, *A. lucens*. Nur im Großen Bischofsweiher fand ich *A. fluida*, *H. fluvialis*, *A. chondrophora*, *H. aquarum*, *H. lamellipodia*, *A. velata*, *A. fasciculata*. Im Klebheimer See kamen außer den oben angeführten Arten noch *A. humilis*, *A. alba*, *A. terricola*, *A. dubia*, *A. penardi*, *A. spumosa*, *A. alveolata*, *Pelomyxa palustris*, *Pelomyxa binucleata*, *Pelomyxa fragilis* und *Pelomyxa paradoxa* vor.

Im Gegensatz zu allen bisher aufgeführten Gewässern steht der Batzenweiher zwischen Haunberg und Heßdorf. Er ist als oligotroph zu bezeichnen, ist nicht bewachsen und ohne Schilf. Er hat von allen von mir untersuchten stehenden Gewässern die geringste Amöbenbesiedelung. Ich konnte in ihm nur sechs Amöbenarten finden: *A. chondrophora*, *H. fluvialis*, *V. lacustris*, *V. tachypodia*, *V. debilis*, *A. minuta*.

Die von mir untersuchten Dorfteiche unterscheiden sich alle in ihrer Amöbenbesiedelung. Sie sind teilweise auch verschieden beschaffen, aber allen gemeinsam ist, daß darin Jauchefässer ausgewaschen werden, daß Enten und Gänse darauf leben, daß sie auf verschiedene Arten verunreinigt werden wie dies bei anderen Weihern nicht der Fall ist. Nur eine Amöbenart konnte ich durchgehend in allen fünf näher untersuchten Dorfteichen finden: die *V. limax*.

Im Dorfteich von Alt-Erlangen fand ich außerdem *V. froschi*, *A. fluida*, *V. hartmanni*, *V. lacustris*, *H. lamellipodia*, *V. diplogena*, *A. minuta*, *A. chondrophora*, *V. debilis*, *A. proteus*, *A. alveolata*, *A. velata*.

Im Dorfteich von Tennenlohe, welcher auch nur sehr wenige Wasserpflanzen enthält und wie alle Dorfteiche als stark verunreinigt zu bezeich-

nen ist, fand ich entschieden weniger Arten. Es kamen dort nur *A. fluida*, *A. chondrophora*, *A. minuta*, *A. limicola*, *A. proteus* und *V. bistadialis* vor.

Größer als die bisher angeführten Dorfteiche ist der von Untermembach. Er enthält viele Algen. Sein Grund ist schlammig und seine Süd-, West- und Nordseite ist am verlanden. Ansonsten ist er ähnlich allen Dorfteichen beschaffen. In ihm waren, im Vergleich zu den anderen Dorfteichen, die meisten Amöbenarten zu finden: *V. froschi*, *V. hartmanni*, *H. platypodia*, *H. polyphaga*, *V. magna*, *H. lamellipodia*, *A. radiosa*, *A. humilis*, *A. proteus*, *H. glebae*, *A. gorgonia*, *A. angulata*, *A. alveolata*, *A. lucens*, *A. vitraea*, *V. gruberi*, *V. bistadialis*, *Pelomyxa palustris*, *Pelomyxa paradoxa*, *Pelomyxa fragilis*.

Der Obere Dorfweiher Kosbach ist seiner Größe nach als Weiher zu bezeichnen, seiner Benutzung nach aber gehört er mit in die Klasse der bisher beschriebenen Dorfteiche. Er ist der größte der von mir näher untersuchten fünf Dorfteiche. Sehr nahe bei ihm liegt der entschieden kleinere Untere Dorfweiher Kosbach, welcher artmäßig auch als Dorfteich zu bezeichnen wäre. Beide haben Schlammgrund und beide haben teilweise einen Schilfgürtel. Ein Unterschied zwischen beiden besteht hauptsächlich darin, daß der Obere Dorfweiher Kosbach größer ist, daß der Schilfrand breiter ist und daß sein Schlammgrund, vor allem am hinteren Ende des Weihers, sich bis ans Ufer heran ausdehnt. Ich fand im Mittleren Dorfweiher Kosbach nur *V. froschi*, *V. hartmanni*, *H. platypodia*, *V. magna*, *V. diplogena*, *A. chondrophora*, *H. aquarum*, *H. fluvialis*, *H. polyphaga*, *A. limicola*, *A. alveolata* und *A. villosa*. Im Oberen Dorfweiher Kosbach fand ich außer *V. froschi* und *V. hartmanni* dieselben Arten. Außerdem kamen aber noch vor *V. tachypodia*, *A. humilis*, *A. velata*, *A. radiosa*, *A. proteus*, *A. nitida*, *V. gruberi*, *V. bistadialis*, *Pelomyxa palustris*.

Ganz anders als die bisher angeführten Weiher und Teiche sind die Becken im Botanischen Garten beschaffen. Sie liegen mitten in der Stadt und sind somit von den anderen Weihern stark getrennt und alle mehr oder weniger stark bewachsen. Die Becken sind aus Beton und haben teilweise auf dem Grunde eine Schlammschicht. Ich fand in ihnen *V. froschi*, *V. limax*, *H. polyphaga*, *V. hartmanni*, *V. magna*, *A. radiosa*, *A. chondrophora*, *H. lamellipodia*, *A. humilis*, *A. proteus*, *A. vitraea*, *V. gruberi*, *A. alveolata*, *A. penardi*, *V. diplogena*, *Pelomyxa palustris*, *Pelomyxa prima*, *Pelomyxa binucleata*.

Über das Vorkommen einiger Amöbenarten, welche ich in den oben angeführten Gewässern ziemlich häufig fand, konnte ich noch einige Einzelheiten feststellen. In Weihern und Tümpeln findet man *Vahlkampfia froschi* nur an der Wasseroberfläche, sowohl freischwimmend als auch an schwimmenden Pflanzenteilen festsitzend. In fließendem Wasser hält sie sich überwiegend an verschmutzten Stellen und meist nur dort auf, wo die Strömung schwach ist, also etwa Gräben, kleinen Bächen oder Blindarmen von Flüssen. Auch *Vahlkampfia hartmanni* ist an oder nahe der Wasseroberfläche zu

finden. Sie bevorzugt Stellen, wo halbzersetzte Pflanzenteile im Wasser schwimmen, an welchen sie häufig auch festsitzen. Meist sind sie also an der Anschwemmseite oder in windgeschützten Buchten zu finden, sowohl in stehenden als auch in fließenden Gewässern. Ebenso kommt *Vahlkampfia limax* fast nur an der Wasseroberfläche, beziehungsweise ganz knapp darunter vor, wo die Tiere häufig an untergetauchten Moosen sitzen. Dies ist vor allem in der Uferzone der Fall. Sie treten vor allem in größerer Zahl im Zusammenhang mit Spaltpilzen in verschmutzten Gewässern auf. Vorkommen in reinem, klarem Wasser ist äußerst selten. Von den von mir untersuchten Amöben hielten sich die meisten an Stellen, wo Wasserpflanzen wuchsen. Ich führe dies darauf zurück, daß sie dort vor dem Wind, beziehungsweise den Wellen am meisten geschützt sind und sich die für sie notwendige Nahrung, seien es nun Pflanzen oder Tiere, mit einer entschieden größeren Konstanz hält als im freien, stärker bewegten Wasser. So hält sich *Hartmannella platypodia* fast nur an bewachsenen Wasserrändern auf, zum Teil auch an bewachsenen, im Wasser liegenden Steinen. *Hartmannella polyphaga* war vor allem an Stellen, wo Wasserpflanzen waren, zu finden, also zwischen Schilf, Rohrkolben, Algen, Moos und so weiter, wo sie teilweise auch festsitzen. *Amoeba radiosa* hält sich besonders an Uferstellen, welche bewachsen sind, wo sie zwischen den Wasserpflanzen vorkommt. Häufig bekommt man sie auch, wenn man Moos der Uferzone auspreßt. Ebenso kommt auch *Vahlkampfia magna* meist zwischen Wasserpflanzen vor und ist im freien Wasser viel seltener zu finden. *Amoeba humilis* bevorzugt vor allem Stellen, wo viele Algen sind. Diatomeen und algenreiches, frisches Wasser ist auch für *Amoeba vespertilio* charakteristisch. Häufig erhält man sie auch durch Auspressen von in Wasser stehenden Moosen.

Von den Amöben, welche besonders in Grundproben enthalten waren, konnte ich feststellen, daß *Amoeba fluida* offensichtlich sandigen Grund, allerhöchstens mit ganz dünner Schlammschicht bedeckt, bevorzugt. Auch *Amoeba proteus* findet sich vor allem in Grundproben, besonders in stehenden Gewässern, welche etwas faulig sind und einen großen Bakterienreichtum haben. Ebenso kommen auch *Vahlkampfia gruberi* und *Vahlkampfia bistadialis* vor allem an Stellen vor, wo viele Bakterien sind und wo das Wasser faulig ist.

Von den übrigen Amöbenarten, welche ich nicht in so großer Zahl fand wie die soeben angeführten, konnte ich betreffs der Ansprüche, die sie an das Habitat stellen, was natürlich als allgemein auch für die obigen Arten gilt, folgendes feststellen:

In reinem, sauberem Wasser kommen nur sehr wenige Amöben vor. Fast alle Amöben bevorzugen mehr oder weniger verunreinigtes, teilweise sogar stark verunreinigtes Wasser. Aus den Untersuchungen ergab sich, daß

verschiedene Amöben, nicht nur solche, welche in stehenden Gewässern, sondern auch solche, welche in fließenden Gewässern zu finden waren, die gleichen Bedingungen an einen Biotop stellen und deshalb auch meist zusammen vorkommen. Zum Beispiel kamen *H. platypodia*, *H. polyphaga*, *A. radiosa* und *V. magna* stets gemeinsam vor. Ebenso fanden sich auch *V. froschi* und *V. hartmanni*, sowie *A. proteus* und *V. gruberi* beziehungsweise *V. bistadialis* fast stets gemeinsam. Häufig, wenn auch nicht immer, sind *V. froschi*, *V. hartmanni* und *V. diplogena* zusammen zu finden. Da ich *V. diplogena* aber nicht allzu häufig und nicht nur in Verbindung mit den beiden anderen Arten, sondern teilweise auch in anderen Biotopen fand, kann ich über einen von ihr besonders bevorzugten Biotop, wie es bei den weiter oben angeführten Arten möglich war, keine Aussagen machen. Auch andere Amöbenarten kommen häufig zusammen mit solchen Amöben vor, für welche ich einen bestimmt beschaffenen Biotop angeben kann. Aber auch diese Amöben kamen nicht nur im Zusammenhang mit jenen Amöben vor und auch nicht in solcher Häufigkeit, daß exakte Aussagen über ihre Ansprüche an einen Biotop gemacht werden können.

b) Moorgewässer und Sphagnumrasen

Ich untersuchte in der Erlanger Umgebung 19 Sphagnumgewässer und neun moorige Gewässer. Derartige Gewässer fanden sich besonders im Reichswald südlich von Erlangen, dort vor allem auf dem Weg von Neunhof nach Dormitz, sowie im Norden und Nordosten vom Großen Bischofsweiher und vom Oberen Bischofsweiher. Ich fand in diesen Gewässertypen keine Amöbenarten, welche ich nicht auch, mehr oder weniger häufig, in den Weihern oder fließenden Gewässern gefunden habe. Am häufigsten konnte ich in den moorigen Gewässern *V. limax*, *V. tachypodia* und *Pelomyxa palustris* finden. Ebenfalls häufig fanden sich *Pelomyxa binucleata* und *V. diplogena*. Seltener waren *V. froschi*, *A. terricola*, *V. hartmanni*, *H. polyphaga*, *H. lamellipodia*, *V. gruberi*, *V. bistadialis*, *A. radiosa*, *A. vesiculata* und *A. vespertilio*. In den Sphagnumgewässern fand sich am verbreitetsten *V. limax*. Ziemlich verbreitet waren auch *V. froschi*, *V. tachypodia*, *V. diplogena* und *A. proteus*. *A. terricola*, *V. gruberi*, *V. bistadialis*, *A. radiosa*, *A. gorgonia* und *A. vespertilio* waren seltener zu finden.

c) Flüsse und Bäche

Daß die fließenden Gewässer weniger Amöben enthalten als die stehenden, habe ich bereits weiter oben erwähnt.

Das größte fließende Gewässer der Erlanger Umgebung ist die Regnitz. Sie hat eine mittelmäßige Strömung, ist sehr nährstoffreich, das Ufer ist sandig-schlammig ausgebildet. Die Regnitz hat strömungsstillere Buchten und Altwässer und sie erhält unter anderem Zufluß von den Kosbacher

Weihern und von vielen Wiesengräben. Ich fand in ihr, vor allem in den strömungsstilleren Buchten und Blindarmen folgende Amöbenarten: *V. hartmanni*, *V. limax*, *V. froschi*, *V. tachypodia*, *V. lacustris*, *V. debilis*, *V. diplogena*, *H. aquarum*, *H. fluvialis*, *A. chondrophora*, *A. proteus*, *A. minuta*, *A. fluida*, *A. magna*, *A. alveolata*.

Ein kleineres Gewässer, mit relativ stärkerer Strömung als die Regnitz, ist die Schwabach. Das Ufer ist steil und sandig bis schlammig, teilweise mit Erlenbestand, ansonsten von Wiesen begrenzt. Hinter den von ihr durchflossenen Dörfern ist sie ziemlich verschmutzt, sie ist als meso-, stellenweise als polysaprob zu bezeichnen. Die Proben wurden außerhalb des Stadtgebietes Erlangen aus der Schwabach entnommen und zwar direkt aus der Strömung, da strömungsstillere Buchten und Blindarme fehlen. Es fanden sich nur wenige Amöben: *V. diplogena*, *V. debilis*, *H. aquarum*, *V. limax*.

Ein noch kleineres fließendes Gewässer, mit fast ebensolcher Strömung wie die Schwabach, ist die Lindach. Sie durchfließt vorwiegend Wiesen, hat Schilfrand und ist stellenweise mit Wasserpflanzen bewachsen. Das Ufer ist flach und der Grund größtenteils sandig. Die artmäßige Besiedelung, welche ich in ihr fand, war etwas anders, etwas zahlreicher, als in der Schwabach, was ich darauf zurückführe, daß entschieden mehr Wiesengräben in sie münden. Ich konnte in ihr *V. limax*, *V. hartmanni*, *V. tachypodia*, *V. debilis*, *H. aquarum*, *V. diplogena*, *V. magna*, *A. minuta* und *V. fluvialis* feststellen.

In der Gründlach, ein relativ stark fließender Waldbach, welcher später in Wiesengelände übergeht, fand ich *V. limax*, *H. aquarum*, *V. diplogena*, *V. debilis*, *V. tachypodia*.

Die artmäßige Zusammenstellung von Amöben in Wiesengräben ist etwas verschieden von der, der bisher aufgezählten fließenden Gewässer. Der Grund dafür dürfte darin zu suchen sein, daß Wiesengräben sich in ihren Strömungsverhältnissen, ihrem Randbewuchs und in ihrem Sauberkeitsgrad von Bächen und Flüssen unterscheiden. Sie stehen eigentlich zwischen fließenden und stehenden Gewässern. In ihnen waren folgende Amöbenarten: *V. hartmanni*, *V. froschi*, *V. limax*, *V. diplogena*, *V. debilis*, *V. tachypodia*, *H. platypodia*, *A. chondrophora*, *H. fluvialis*, *H. polyphaga*, *V. magna*, *H. lamellipodia*, *A. humilis*, *V. lacustris*, *H. aquarum*, *A. minuta*.

Bei einer Gegenüberstellung von Regnitz, Schwabach, Lindach, Gründlach und Wiesengräben ergibt sich ein artenmäßiges Amöbenvorkommenverhältnis von 15 : 4 : 9 : 5 : 16. Daraus geht eindeutig hervor, daß Wiesengräben und Gewässer mit schwacher Strömung sowie Buchten und Blindarmen entschieden stärker mit Amöben besiedelt sind als Gewässer mit starker Strömung. Es ist also bei den fließenden Gewässern nicht nur das Vorhandensein von Nährstoffen für das Amöbenvorkommen von Bedeutung, wie

dies bei den stehenden Gewässern der Fall ist, sondern die Strömungsverhältnisse spielen dabei eine große Rolle.

d) Quellen

Ich untersuchte in der Erlanger Umgebung 19 Quellen. Drei Quellen lagen in der Nähe von Atzelsberg, sieben am Westhang des Hetzles, zwei an der Straße von Baiersdorf nach Röttenbach und sieben weitere Quellen entsprangen am Osthang des Regnitztales in der Nähe von Vach. Ich untersuchte die Quellen kurze Zeit nachdem sie im Frühjahr aufgetaut waren und dann zehn Wochen später, bei Temperaturen von 20 bis 25° C, nochmals. In den Proben, welche ich zu Beginn des Frühjahrs entnommen und untersucht hatte, fanden sich keine Amöbenarten, welche nicht auch in den Proben, die bei schönem und warmem Wetter entnommen wurden, vorhanden waren. Wohl aber war das Umgekehrte der Fall. Bei ungefaßten Quellen fand ich direkt am Ursprung keine Amöben, bei gefaßten Quellen richtete sich das Vorhandensein von Amöben nach der Größe und Beschaffenheit der Fassung. Je größer die Fassung und je stärker der Bewuchs war, desto geringer war an der Kante der Fassung die Strömung und desto mehr Amöben kamen darin vor. Bei ungefaßten Quellen fand ich Amöben erst in kürzerer oder weiterer Entfernung vom Quellursprung und zwar je nach der Beschaffenheit des entstandenen Bächleins und nach Größe der Quelle und somit der Strömung. Bei gefaßten Quellen nahm die Menge der vorhandenen Amöben in mehr oder weniger großer Entfernung vom Quellursprung, auf Grund der oben angeführten Punkte, zu. In größerer Entfernung von der Quelle, wo man das Gewässer bereits als Bächlein oder Wiesengraben bezeichnen kann, nahm die Menge der Amöben weiter zu und war ähnlich der in Bächen oder Wiesengraben.

In den ungefaßten Quellen fand ich, wie bereits oben erwähnt, keine Amöben. In den gefaßten Quellen waren bei kleiner Fassung und geringem Bewuchs nur wenige *V. limax*, *V. debilis* und *H. aquarum* zu finden. Bei großer Fassung und starkem Bewuchs kamen diese drei Arten häufiger vor und auch noch *V. diplogena*. Bei ungefaßten Quellen fanden sich dieselben Arten, aber erst in einiger Entfernung vom Quellursprung. In noch weiterer Entfernung vom Quellursprung, sowohl bei gefaßten als auch ungefaßten Quellen, fanden sich außer diesen Arten, welche auch dort vorkamen, *V. tachypodia*, *H. fluvialis* und in geringerer Zahl *V. magna* und *V. hartmanni*.

e) Erdboden und Trockenmoose

Ich habe 120 Erdproben untersucht und konnte dabei keine besondere Bevorzugung irgendeines Platzes durch Amöben feststellen. Wenn ich hier von in der Erde lebenden Amöben spreche, so ist diese Bezeichnung nur zum Teil berechtigt. Das Vorkommen von Erdamöben ist nämlich sehr mit

dem Vorhandensein von Wasser verbunden. Dem Haftwasser, welches als Adsorptionswasser die Bodenkolloide mit einer feinen Schicht umgibt, und dem sogenannten Kapillarwasser. Die Erdamöben bevorzugen also nicht irgendwie besonders beschaffene Stellen, wie ich diese zum Teil bei im Wasser lebenden Amöben feststellen konnte. Ich konnte in allen Erdproben, welche in großer Zahl an den verschiedensten Stellen der Erlanger Umgebung entnommen worden waren, immer wieder dieselben Arten finden. Die Erdproben entnahm ich aus dem Wald, aus Äckern und Gärten, von Gewässerufern und vielen anderen Stellen. Ich fand an allen Stellen immer wieder *V. albida*, *A. horticola*, *V. diploidea*. Allerdings war in den verschiedenen Bodenarten ein Unterschied, nicht im artmäßigen, sondern im mengenmäßigen Vorkommen festzustellen. Es kann meiner Meinung nach kein Zweifel darüber bestehen, daß das mengenmäßig verschiedene Vorkommen auf das Vorhandensein des Adsorptions- und Kapillarwassers zurückzuführen ist. Das Vorhandensein von Erdamöben hängt in erster Linie von dem Vorhandensein von Wasser in der Erde und somit von der Bodenbeschaffenheit, der Größe der Porenräume, ab. Es sind im feinkörnigen Boden mehr Amöben zu finden als im Sand, da dessen weite Porenräume das Wasser nicht gut zurückhalten können. Die meisten Erdamöben fand ich an Gewässerufern, welche aus Erde bestanden, da diese nicht nur das Regenwasser, sondern auch die Feuchtigkeit des Gewässers zur Verfügung hatten. Ebenfalls sehr häufig sind Erdamöben in Gartenböden zu finden, was nach dem Obenerwähnten leicht zu verstehen ist, da ihnen hier außer dem Regenwasser auch noch das Wasser zur Verfügung steht, mit dem der Garten gegossen wird. Die Erde wird hier nie ganz trocken. Eine geringere Häufigkeit läßt sich im Waldboden feststellen, welcher seine Feuchtigkeit ja nur durch Niederschläge erhält. Aber auch dort sind Erdamöben nicht gerade selten, da durch das Blätterdach die Sonnenstrahlen weitgehend vom Boden abgehalten werden und somit die Austrocknungsgefahr für den Boden verringert wird. Im Ackerboden, welcher nur auf Niederschläge angewiesen ist und völlig ungeschützt vor Sonnenstrahlen und Wind ist, sind Erdamöben ziemlich selten. Man findet höchstens den vierten Teil der Menge, welche man in Erdproben von Gewässerufern und in Gartenerde erhält. In grobkörnigen Böden, zum Beispiel Sand oder Geröll, ist die Ausbeute von Erdamöben gleich Null, ebenso auch in Lehm Böden, welche zu feinkörnig sind, als daß in ihren Porenräumen Amöben leben könnten.

Zusammenfassend ist also von den Erdamöben zu sagen, daß sie dort am häufigsten zu finden sind, wo die Erde am feuchtesten ist. Je trockener der Boden, je größer die Gefahr des Austrocknens, desto geringer ist die Zahl der darin vorkommenden Amöben.

Von den an Moosen lebenden Amöben konnte ich an Hand von ca. 60 Proben feststellen, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Moores von großer Bedeutung ist, weniger die Moosart. So fand ich *A. muralis* vor allem an

sehr trockenen, stark der Sonne ausgesetzten Moosen verschiedener Arten. Von *A. terricola* dagegen konnte ich feststellen, daß sie Moose bevorzugt, welche an einem schattigen Standort Steine überziehen. Ich möchte hier noch hinzufügen, daß ich *A. terricola*, wenn auch stets nur in geringer Zahl, so doch des öfteren auch zwischen Wasserpflanzen fand. In sehr geringer Zahl fand ich sie auch in Sumpfmoosen. *V. limax* fand ich nicht nur in stehenden und fließenden Gewässern, sondern auch an Moosen, welche an schattigen Stellen waren. Ebenso erhielt ich auch *V. tachypodia* dann und wann aus Moosauflüssen. Durch Auspressen von Sphagnumpolstern erhielt ich, wenn auch stets nur in geringer Zahl, so doch regelmäßig, *A. proteus*.

Zusammenfassung

1. Bei der Materialbeschaffung konnte ich feststellen, daß verschiedene Arten besondere Habitats bevorzugen und in anderen sehr selten sind, wenn diese auch nicht ganz abgelehnt werden. Verschiedene Amöbenarten erhält man besonders in Proben der Wasseroberfläche, während andere Arten, vor allem größere Amöben, nur in Grundproben zu finden waren.
2. In der Erlanger Umgebung fand ich 51 Amöbenarten.
3. Die Amöben wurden zur Bestimmung im Wasser des Standortes untersucht, in Kulturen gehalten und längere Zeit beobachtet, vitalgefärbt und soweit es nötig war, wurden Dauerpräparate angefertigt.
4. Die Züchtung erwies sich am besten auf Knop-Agar, Mouton-Agar und in 0,01prozentiger Knoplösung mit den entsprechenden Futterorganismen, welche, soweit es sich um Bakterien handelte, stets gram-negativ waren. Meist handelte es sich dabei um *Bakterium coli* und *Bakterium aerogenes*. Die Temperatur ist im allgemeinen von nicht so großer Bedeutung wie dies meist in der Literatur angegeben wird. Ein Absterben von Amöben konnte ich weder bei einer Temperatur von 0° C, noch bei einer Temperatur von 42° C feststellen. Erst bei einer Temperatur von 45° C starben die Amöben.
5. Versuche, Amöben ohne lebende Bakterien zu züchten, verliefen negativ. Die Amöben gediehen weder auf Agarplatten mit abgetöteten Bakterien noch auf Nährböden bestehend aus Eigelb, Milch oder Stärkekörnern.
6. Am verbreitetsten von den Wasseramöben waren *V. limax*, *V. hartmanni*, *V. froschi*. Diese drei Arten fand ich auch am häufigsten. Am seltensten kam *Pelomyxa prima* vor. In den fließenden Gewässern, besonders in Quellen, war das mengenmäßige Vorkommen von Amöben entschieden geringer als in den stehenden Gewässern. Die Wiesengräben nehmen eine Mittelstellung ein. Sowohl in den fließenden Gewässern als auch in Wiesengräben, in moorigen Gewässern und in Sphagnumrasen fanden sich nur solche Amöbenarten, welche auch in den Weihern und Teichen vorkamen. Verschieden war jedoch die Abundanz.

7. Bei den Erdamöben konnte ich kein artmäßiges, sondern nur ein mengenmäßig verschiedenes Vorkommen, je nach Beschaffenheit und Feuchtigkeit des Bodens feststellen. Ebenso fand ich von den an Moosen lebenden Amöben, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Moores und nicht die Moosart von primärer Bedeutung für die Amöbenbesiedelung ist.

Literaturverzeichnis

- | | |
|---------------|---|
| Arndt, A. | (1914) Über generative Vorgänge bei <i>Amoeba chondrophora</i> n. sp. — Arch. f. Protistenkd. 34 , 39-59. |
| | (1922) Zur Technik der Amoebezüchtung. — Zbl. f. Bakt. 88 , 417-422. |
| | (1924) Rhizopodenstudien I. — Arch. f. Protistenkd. 49 , 1-83. |
| Auerbach, L. | (1856) Über die Einzelligkeit der Amöben. — Zeitschr. f. wiss. Zool. 7 , 365-430. |
| Awerinzew, S. | (1904) Über die Teilung bei <i>Amoeba proteus</i> Pall. sp. — Zool. Anz. 27 , 399-400. |
| | (1910) Über die Stellung im System und die Klassifizierung der Protozoen. Biol.-Centralbl. 30 , 465-475. |
| Bělař, K. | (1916) Protozoenstudien I. — Arch. f. Protistenkd. 36 , 13-51. |
| Bott, K. | (1907) Über die Fortpflanzung von <i>Pelomyxa palustris</i> . — Arch. f. Protistenkd. 8 , 120—158. |
| Cash, J. | (1905) The British Freshwater Rhizopoda and Heliozoa. |
| Chatton, E. | (1953) Ordre des Amoebiens nus ou Amoebaea. — Grassé, Traité de Zoologie. |
| Doflein, F. | (1902) Das System der Protozoen. — Arch. f. Protistenkd. 1 , 169-192. |
| | (1907) Studien zur Naturgeschichte der Protozien. V. Amöbenstudien. — Arch. f. Protistenkd. Suppl. 1 , 250-293. |
| Erdmann, Rh. | (1913) Experimentelle Ergebnisse über die Beziehungen zwischen Fortpflanzung und Befruchtung bei Protozoen, besonders bei <i>A. diploidea</i> . — Arch. f. Protistenkd. 29 , 84-127. |
| Fortner, H. | (1934) Untersuchungen an <i>Pelomyxa palustris</i> Greeff. Studien zur Biologie und Physiologie des Tieres. I. Teil. — Arch. f. Protistenkd. 83 , 381-464. |

- Frosch, K. (1897) Zur Frage der Reinzüchtung von Amöben. — Zentralbl. f. Bakt. **21**, 926.
- Glaser, R. W. (1932) Cultures of certain Protozoa, bacteria free. — Jour. Parasit. **19**.
- Gläser, H. (1912) Untersuchungen über die Teilung einiger Amöben, zugleich ein Beitrag zur Phylogenie des Centrosoms. — Arch. f. Protistenkd. **25**, 27-152.
- (1912) Über Kernteilung, Encystierung und Reifung von *Amoeba mira* n. sp. — Arch. f. Protistenkd. **27**, 172-194.
- Grassi, B. (1881) Contributione allo Studio delle amibe. Rendic. d. R. ist. Lomb. (2), **14**.
- Greeff, R. (1866) Über einige in der Erde lebenden Amöben und andere Rhizopoden. — Arch. f. mikrosk. Anat. **2**.
- (1891) Über den Organismus der Amöben. — Biol. Centralbl. **11**, 599-608.
- Grosse-Allermann, W. (1909) Studien über *Amoeba terricola* Greeff. — Arch. f. Protistenkd. **17**, 203-257.
- Gruber, K. (1885) Studien über Amöben. — Zeitschr. f. wiss. Zool. **41**, 186-225.
- (1912) Biologische und experimentelle Untersuchungen an *Amoeba proteus*. — Arch. f. Protistenkd. **25**, 316-376.
- Hall, R. P. (1953) Protozoology. — New York, Prentice-Hall, Inc.
- Hartmann, M. (1907) Das System der Protozoen. — Arch. f. Protistenkd. **10**, 139-158.
- (1924) Der Ersatz der Fortpflanzung von Amöben durch fortgesetzte Regeneration. — Arch. f. Protistenkd. **49**, 447-464.
- Hertwig, R. (1902) Die Protozoen und die Zelltheorie. — Arch. f. Protistenkd. **1**, 1-40.
- Hogue, M. J. (1915) Studies in the life history of an *Amoeba* of the *Limax* group. *Vahlkampfia calkensi*. — Arch. f. Protistenkd. **35**, 154-163.
- Hollande, A. (1937) Les amibes du type *limax*, d'aus leurs rapports avec les flagelles. — C. r. Acad. Sci. Paris **205**, 1439-1441.
- Ivanic, M. (1924) Über den Kannibalismus bei *Amoeba verrucosa* Ehrbg., nebst Bemerkungen über den Kannibalismus bei Protozoen im allgemeinen. — Zool. Anz. **74**, 313-321.
- (1924-25) Zur Kenntnis der Fortpflanzungserscheinungen einiger Süßwasseramöben. — Arch. f. Protistenkd. **50**, 113-134.

- (1933) Über die bei der Nahrungsaufnahme einiger Süßwasseramöben vorkommende Bildung cytotom-ähnlicher Gebilde. — Arch. f. Protistenkd. **79**, 200-232.
- Jollos, V. (1916-17) Untersuchungen zur Morphologie der Amöbenteilung. — Arch. f. Protistenkd. **37**, 229-275.
- Kidder, G. W., and C. A. Stuart (1939) Growth studies on ciliates. I- The role of bacteria in the growth and reproduction of Colpoda. — Physiol. Zool. **12**, 329-340.
- Klöhr, H. (1953) Der Einfluß der Amöben auf Influenza-Virus im Wasser. — Diss. Erlangen.
- Leidy, (1879) Freshwater rhizopodes of North America.
- Leiner, M. Wohlfeil, M. Schmidt, D. (1954) *Pelomyxa palustris* Greeff. — Ann. des. Sc. Nat., Zool. **16**, 537-594.
- Lenchiu Chen (1937) Biologische und morphologische Untersuchungen an *Vahlkampfiella sonneborni*. — Arch. f. Protistenkd. **89**, 1-15.
- Liesche, W. (1938) Die Kern- und Fortpflanzungsverhältnisse von *Amoeba proteus* Pall. — Arch. f. Protistenkd. **91**, 135-186.
- Mast, S. O. and P. L. Johnson (1931) Concerning the scientific name of the common large amoeba usually designated *Amoeba proteus* (Leidy). — Arch. f. Protistenkd. **75**, 14-30.
- Mast, S. O. and W. L. Doyle (1935) Structure, Origin and Function of Cytoplasmic Constituents in *Amoeba proteus*. — Arch. f. Protistenkd. **86**, 155-180.
- (1935) Structure, Origin and Function of Cytoplasmic Constituents in *Amoeba proteus* with Special Reference to Mitochondria and Golgi Substance. II. Origin and Function Based on Experimental Evidence; Effect of Centrifuging on *Amoeba proteus*. — Arch. f. Protistenkd. **86**, 278-306.
- Nägler, K. (1909) Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. — Arch. f. Protistenkd. **15**, 1-52.
- Neresheimer, E. (1904) Über vegetative Kernveränderungen bei *Amoeba dohrnii* nov. sp. — Arch. f. Protistenkd. **6**, 147-166.
- Oehler, R. (1916-17) Amöbenzucht auf reinem Boden. — Arch. f. Protistenkd. **37**, 175-190.
- (1919) Flagellaten und Ciliatenzucht auf reinem Boden. — Arch. f. Protistenkd. **40**, 16-26.
- (1920) Gereinigte Ciliatenzucht. — Arch. f. Protistenkd. **41**, 39-49.
- (1924) Weitere Mitteilungen über gereinigte Amöben- und Ciliatenzucht. — Arch. f. Protistenkd. **49**, 112-143.

- (1924) Gereinigte Zucht von freilebenden Amöben, Flagellaten und Ciliaten. — Arch. f. Protistenkd. **49**, 287-296.
- Pascher, A. (1918) Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. — Arch. f. Protistenkd. **38**, 1-88.
- Penard, E. (1902) Faune rhizopodique du bassin du Leman.
- (1905) Observations sur les Amibes à pellicule. — Arch. f. Protistenkd. **6**, 175-206.
- (1908) Sur quelque Rhizopodes des mousses. — Arch. f. Protistenkd. **17**, 258-296.
- Popoff, M. (1911) Über den Entwicklungszyklus von *Amoeba minuta* n. sp. Anhang: Über die Teilung von *Amoeba* sp. — Arch. f. Protistenkd. **22**, 197-223.
- Prandtl, H. (1907) Physiologische Degeneration der *Amoeba proteus*. — Arch. f. Protistenkd. **8**, 281-293.
- Prowazek, S. (1897) Amöbenstudien. — Biol. Centralbl. **17**, 878-885.
- (1908) Bemerkungen zu den Geschlechtsproblemen bei den Protozoen. — Zool. Anz. **32**, 789-793.
- (1910) Studien zur Biologie der Protozoen. — Arch. f. Protistenkd. **20**, 201-222.
- Reich, K. (1933) Über eine neue Methode zur Gewinnung steriler Amöbenkulturen. — Arch. f. Protistenkd. **79**, 99-100.
- Rhumbler, L. (1905) Zur Theorie der Oberflächenkräfte der Amöben. — Zeitschr. f. wiss. Zool. **83**, 1-52.
- Schaeffer, A. A. (1916-17) Notes on the Specific and Other Characters of *Amoeba proteus* Pallas (Leidy), *A. discoides* spec. nov., and *A. dubia* spec. nov. — Arch. f. Protistenkd. **37**, 204-228.
- Schaudinn (1894) Kernteilung und nachfolgende Körperteilung bei *A. crystalligera*. — Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Berlin **38**.
- (1895) Über die Teilung von *A. binucleata*. — Sitz.-Ber. d. Ges. Naturfreunde zu Berlin **6**.
- Schilling, C. (1912) Eine polymorphkernige Amöbe. — Arch. f. Protistenkd. **42**, 292-298.
- Schoenichen, W. (1927) Rhizopoda. — Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. Bd. II.
- Schubotz, H. (1905) Beiträge zur Kenntnis der *Amoeba blattae* und *Amoeba proteus* (Pall). — Arch. f. Protistenkd. **6**, 1-46.
- Schulze, F. E. (1875) Rhizopodenstudien V. — Arch. f. mikr. Anat. **11**, 592.

- Tischler, W. (1949) Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- Tsujitani (1898) Über die Reinkultur der Amöben. — Centralbl. f. Bakt. und Parasit. **24**, 666.
- Vahlkampf, E. (1904) Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von *Amoeba limax* einschl. der Züchtung auf künstlichen Nährböden. — Arch. f. Protistenkd. **5**, 167-220.
- Vonwiller, P. (1918) Über den Bau des Plasmas der niedersten Tiere. — Arch. f. Protistenkd. **38**, 279-323.
- Wherry, Wm. B. (1913) Studies on the Biology of an Amoeba of the Limax Group. *Vahlkampfia* sp. No. 1. — Arch. f. Protistenkd. **31**, 77-94.
- Wichtermann, R. (1949) The Collection, Cultivation, and Sterilization of *Paramecium*. — Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science. **23**, 151-180.
- (1952) The Biology of *Paramecium*. — The Blakiston Company, Inc. New York, Toronto.
- Zaubitzer, H. (1901) Studien über eine dem Strohinfus entnommene Amöbe. — Inaug.-Diss. Marburg.

Lebenslauf

Am 8. April 1929 wurde ich, Horst Müller, als Sohn des inzwischen verstorbenen Prokuristen Hans Müller und seiner Ehefrau Erna, geb. Kraus, in Nürnberg geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Volksschule in Nürnberg, besuchte ich die Oberrealschule Nürnberg-Löbleinstraße. Im Jahre 1944 trat ich in die Oberrealschule Ansbach über und war dort bis zur Ablegung der Reifeprüfung im Jahre 1949 — mit Ausnahme meines Ende 1944 ca. vier Monate währenden Westwall-Einsatzes — im Alumneum.

Nach abgelegter Reifeprüfung kehrte ich nach Nürnberg zurück und begann im Sommersemester 1950 mit meinem Studium an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen. Ich studierte Zoologie, Botanik und Bakteriologie. Außerdem besuchte ich verschiedene Vorlesungen und Übungen in Physik, Geographie und Geologie. Meine für die Zulassung zur Promotion erforderliche Arbeit machte ich unter der wissenschaftlichen Anleitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Universitätsprofessors Dr. H. J. Stammer.

Meine akademischen Lehrer waren: Berninger, Birzer, v. Freyberg, Hilsch, Knorr, Neuhaus, Pummerer, Schwemmlé, Stammer, Wunder.

